

薬学部における CAI. III⁽¹⁾

「インターネット上での有機化学学習システム」の開発

CAI in our Faculty of Pharmaceutical Sciences III

A Development of an Internet Educational System for the Organic Chemistry

尾 崎 裕*
Yutaka Ozaki

Abstract: The computer-assisted instruction (CAI) and the syllabi of the organic chemistry on the digital media were presented to the students. The newly developed instruction system included more than 3000 graphic files and several JavaScript files. The former files were constructed from the structural formulae of organic compounds, reaction schemes, and reaction mechanisms. The latter files controlled the former on the Web pages according to the concept reported before.^(2,3) The system was carried out using Macintosh or Windows machines under LAN systems of this university. The students of this faculty cheerfully experienced the easy operation of the instruction system to learn the organic chemistry. This CAI system shows an effective self-learning method that contains a potential possibility of the distance learning system in future.

Key words: CAI, organic chemistry, JavaScript, self-learning method, LAN, Internet, distance learning, syllabus

1. はじめに

大学の授業において、教員から学生への一方的な情報伝達のみにならないような工夫、教室での授業以外の事前・事後学習を学生に促すための工夫、さらにはわかりやすい授業を実現するための学生による評価などの必要性が求められるようになってきている。著者は、情報機器の発達や学生気質の変化に伴い、理科系科目の講義において手段としての黒板とチョークあるいはプリント配布などに比べてより効果的な教育手段の必要性を感じていた。その答えとして、HyperCard/Macintosh による“薬化学 CAI”なる自習システムを構築し、清光会館 303 号室 (Macintosh 40 台 + Epson レーザープリンター 4 台) で公開して学生的好评のもとに運用してきた。今回は、さらにそれを進化させてインターネット上でのコンピュータ演習を可能にしたのでそれについて報告する。

2. 薬化学 CAI について

“薬化学 CAI” の“薬化学”とは薬学部で学ぶ有機化学である。その有機化学は、小、中学校の

* 城西大学薬学部助教授

理科に始まり、高校の化学を基礎として、薬学部1年生（薬化学Ⅰ，Ⅱ），2年生（薬化学Ⅲ，Ⅳ）で教授される積み重ねの科目であり、さらに3, 4年生でも有機化学に関連した科目が用意されている。また実習としても二ヶ月におよぶ有機化学系実験（2年生）がある。大学卒業直後に予定されている薬剤師国家試験においても有機化学に関連した問題が必ず出題されている。このように有機化学は、薬学部学生にとって英語とともに義務教育から始まって大学に至る最も長期にわたって学習する科目のひとつである。それゆえ、その内容は広範囲かつ深淵で、教室での受講のみでは理解が得がたく予習・復習が必須のものである。その学習の補助的なものとして薬化学 CAI 自習システム（薬化学Ⅰ，Ⅱ）を学生に提供してきた。このシステムを実行させた結果、学生は新鮮な学習方法あるいは自分のペースでできる学習方法という印象を持って積極的にコンピュータ演習を行ってきた。

3. 学内 LAN を利用した薬化学 CAI

上記 CAI で採用したシステムは、演習をする側には無関係であったがプログラム作成と運用を兼ねる側にとって次のような面倒のあるものであった。

- ① このシステムは各コンピュータに CAI ソフトを置くもので、スタンドアローンという形式で運用されていた。そのため、プログラムの改善や問題数の増加などの変更があるときには、全コンピュータを1台ずつまわってファイルの入れ替えや追加をするという作業が必要であった。これは、限られた時間の中、孤立無援の状態では運用上の最大の問題点であった。
- ② HyperCard という Macintosh 専用のソフトを使用していたのでその機種の上に依存し、他の Operating System（たとえば Windows）上では運用できなかった。Macintosh 以上に Windows 機種が増加し、さらに別の Operating System が出現する現状では早急に解決すべき問題であった。
- ③ 第三者によるプログラムの破棄、変更の可能性やコンピュータウイルスによるプログラムの変質の可能性があった。特に、ウイルスは常に進化し、対策はされていても安心はできなかった。

これらの問題を解決するために種々検討した結果、CAI プログラムを情報科学研究センター内のサーバーに置いて LAN で接続されたクライアント上で学生がコンピュータ演習をするという方式をとることにした。これにより、ファイルの入れ替えや追加はサーバー一台ですむので①の負担は軽減されて教材作成に専念できる。②の問題は、各コンピュータにインストールされているブラウザ上でサーバーのファイルを読みこんで演習を行うという方法で解決できる。これによりクライアント側では、ブラウザさえあれば Macintosh, Windows あるいは、UNIX のどれを使っても運用できる。言い換えればコンピュータや Operating System に依存しない演習環境である。さら

に、CAI ファイルを置くサーバーはセンター内で完璧に管理されているので、③の問題はない。

これらの方針に従って新たなプログラムを検討し、筆者が既に発表しているコンセプトに基づいて JavaScript を用いて作成した⁽²⁻⁴⁾。それは有機化学の問題や解説を 3000 以上の画像ファイルに分散して作成し、これをデータベースとして JavaScript ファイルが制御するというやり方である。画像ファイルは ChemDraw Pro 3.5.1/Mac OS J1-7.5.5/Macintosh LC 575 で作成して gif ファイルに変換した。JavaScript ファイルは Netscape 4.2.1.54/Windows 95/digital HiNote Ultra II で作成して 1500 の設問から構成される CAI が完成した。このシステムをシラバスとともに城西大学のホームページ上で運用すると、学生はインターネットを利用して図書館や自宅でも演習することができる。シラバスを参考にすることにより、自分の学習状態がよくわかることになる。近年、遠隔地教育の分野では、衛星回線を利用した双方向学習が脚光を浴びているが、それと比較して個々の学生のペースに合わせた教育法という点において、この CAI システムは遠隔地教育の利用にも耐えるものであり、経済的にも有利である。海外へ留学中の薬学部学生が、日本の教材を使用して学習する必要があるとき、滞在先のコンピュータからインターネットを利用してこのシステムの有効性が発揮される。

以下に CAI の操作についてコンピュータ画面で示す。

1) シラバスで内容を確認める。(画面 1)

The screenshot shows a Netscape browser window titled 'Anfang2 - Netscape'. The address bar displays 'http://f50.josai.ac.jp/~uozaki/'. The page content includes a syllabus for '薬化学 I' (Medicinal Chemistry I).

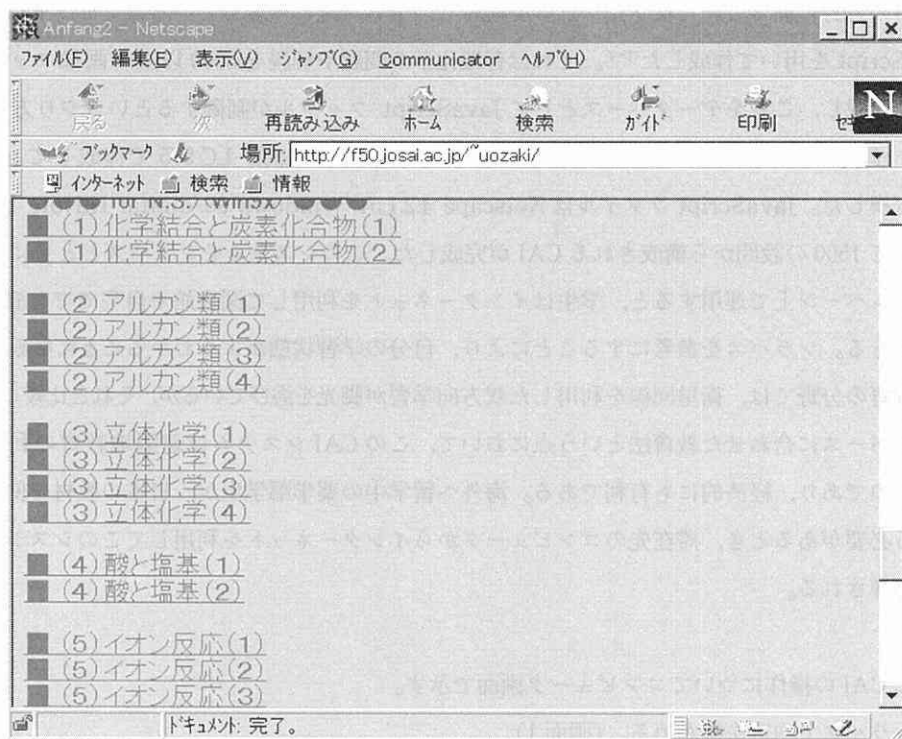
科目名	薬化学 I
配当年次	1 年次、YB (前期)
単位数	2 単位
担当教員	尾崎 裕

● 授業の目的・目標：有機化合物(炭素化合物)の化学は生命科学を学ぶものにとって基礎的素養である。薬化学では化学結合、分子軌道、立体化学等について学んだ後、化学反応がどのように進行するのか(反応機構)ということに重点をおいて講義を行う。化合物を三次元的な立体構造としてとらえ、化学反応を電子の動きで理解することを目指す。

● 講義スケジュール

回	項目	内容
1	化学結合	共有結合、イオン結合、オクテット則
2	化学結合	Lewis 構造、形式電荷、共鳴
3	化学結合	原子軌道、分子軌道、sp ³ 混成、sp ² 混成、sp 混成
4	炭素化合物	単結合、二重結合、三重結合、軌道の混成
5	炭素化合物	官能基、物理的性質、結合の極性、分子間力、水素結合
6	アルカンと立体配座	分子の形、アルカンの IUPAC 命名法
7	アルカンと立体配座	ハロゲン化アルキル、シクロアルカンの IUPAC 命名法

2) メニューから演習項目を選択する。(画面 2)



3) 演習者の確認画面や、演習方法の選択画面の後、演習問題に入る。(画面 3)

【問 7】

【イオン反応(2)】 全 60 問

(S)-3-Bromo-3-methylhexane をアセトン水溶液中で加熱すると
S_N1 反応により第三級アルコールが生じた。

$$\begin{array}{c}
 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 \\
 \diagup \\
 \text{C} - \text{Br} \\
 \diagdown \\
 \text{CH}_3 \\
 \text{CH}_3\text{CH}_2
 \end{array}
 \xrightarrow[\text{acetone}]{\text{H}_2\text{O}} \text{第三級アルコール}$$

この反応で生じたアルコールはどれか。

- 1 (R)-3-Methyl-3-hexanol
- 2 (S)-3-Methyl-3-hexanol
- 3 3-Methyl-3-hexanol のラセミ体

- 4) 画面3で、選択肢番号をクリックすると、クリックした番号に印がつく。もし、それが正解であるならば【解説へ】、【次の問へ】、【中止】の3個のボタンが出現する。(画面4)

【問7】 【イオン反応(2)】 全 60 問

(S)-3-Bromo-3-methylhexane をアセトン水溶液中で加熱すると
 S_N1 反応により第三級アルコールが生じた。

$$\begin{array}{c}
 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 \\
 | \\
 \text{C}-\text{Br} \\
 | \\
 \text{CH}_3 \\
 | \\
 \text{CH}_3\text{CH}_2
 \end{array}
 \xrightarrow[\text{acetone}]{\text{H}_2\text{O}}
 \text{第三級アルコール}$$

この反応で生じたアルコールはどれか。

- 1 (R)-3-Methyl-3-hexanol
- 2 (S)-3-Methyl-3-hexanol
- 3 3-Methyl-3-hexanol のラセミ体

解:3
 正解率:100%

解説へ 次の問へ 中止

- 5) 画面4の【解説へ】ボタンでその問題についての説明・ヒント画面となる。(画面5)

【問7】 【イオン反応(2)】 全 60 問

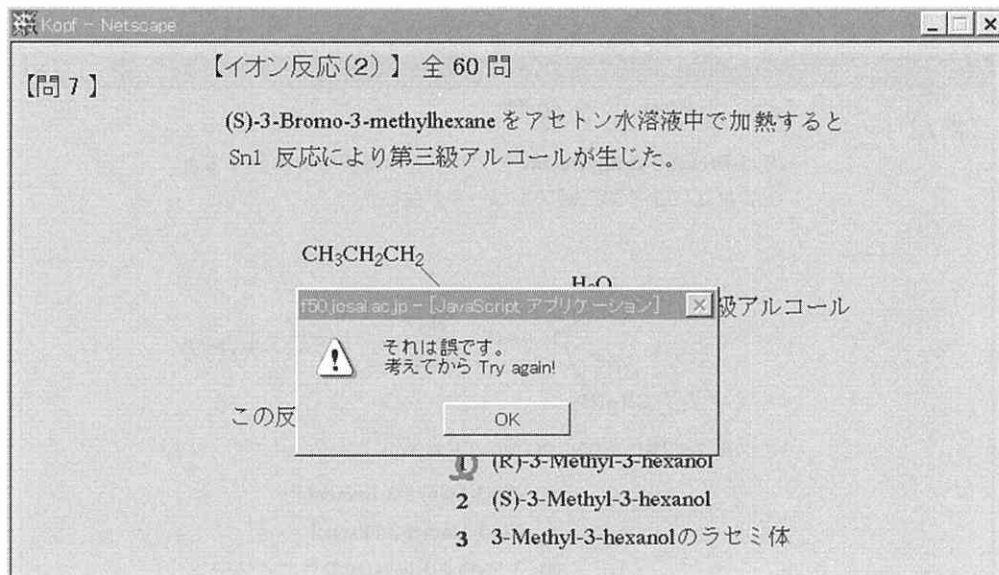
S_N1 反応では、まず中間体の炭素陽イオンが形成される。
 その炭素陽イオンは平面構造をとっている。

【解説】 (S)-3-Bromo-3-methylhexane

背面攻撃 前面攻撃

平面構造に対して、求核試薬である H_2O の前面攻撃と背面攻撃は50%ずつの確率である。
 その結果、生成物は1:1の比で鏡像体が混ざる。
 これはラセミ体である。

- 6) 画面3でクリックした選択肢が誤っている場合には、再考の後、回答することになる。



- 7) 画面4において、【中止】ボタンをクリックすると、確認のメッセージが出た後、成績画面6となる。ここでは、演習者の氏名や演習項目、演習状態などが表示され、この画面を印刷することもできる。(画面6)

Kopf - Netscape

薬化学(尾崎)の演習結果

1999年12月18日(土) 14時31分 ~ 14時34分

再挑戦

終了

Guest

【項目】	イオン反応(2) (全 60 題)
【学習モード】	問 7 から 問 13 まで演習
【演習した問題数】	7 問
【正解数】	6 問
【正解率】	86 %
【所用時間】	3 分 + α
【一問】	27 秒

【間違った問題】
Ex.7

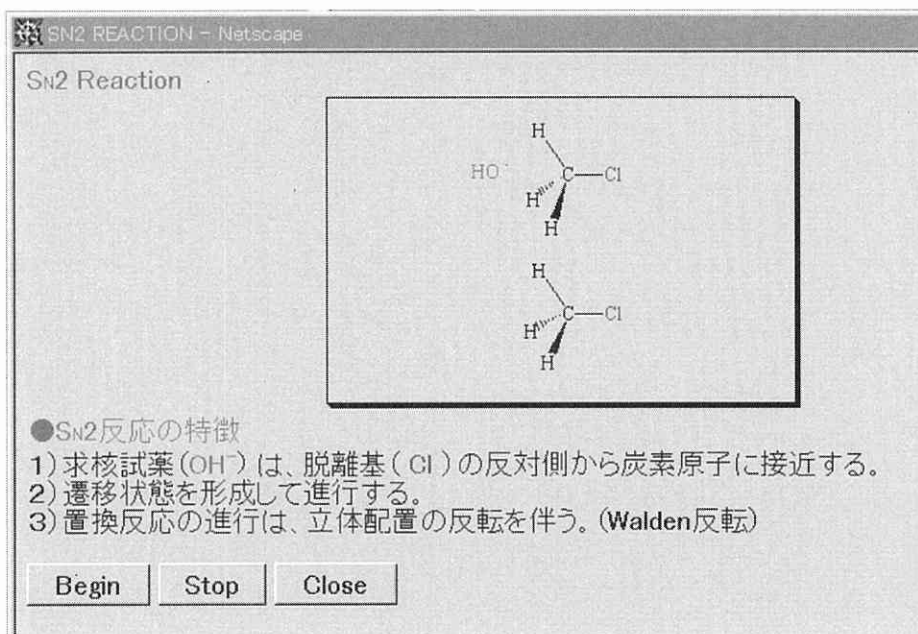
プリント

【理解していない問題のリスト】
Ex.7 S_N1 炭素陽イオン.

A

4. 今後の課題

CAI プログラムは、そのアルゴリズムとともに提示される設問とその解説の質によって評価される。的確な問題とわかりやすい解説の作成を心がけて内容の吟味は継続していかなければならないと思っている。今回のプログラムは、教室での講義に平行したコンピュータ演習という方針に基づいて作成した。そのため、内容は章で分類した問題の演習のみとなっている。さらに進化させたものとして、これらの問題群を細かく単元 (Unit) ごとに分類し、各単元の解説を理解した後、設問をこなしていくという学習方法を検討している。その解説の例として反応機構などのアニメーション (動画) を使ったものを予定している。(SN2 反応アニメーション 画面 7)



〈参考文献〉

- 1) 尾崎 裕, 城西情報科学研究, 第8巻第1号, 1頁, 1997年.
- 2) 尾崎 裕, 私情協ジャーナル (私立大学情報教育協会) 第6巻第1号, 40頁, 1997年.
- 3) 尾崎 裕, 第5回情報教育方法研究発表会要旨集 124頁, 1997年.
- 4) J. J. Manger 「実例で学ぶ JavaScript」 日経 BP 社, 1997年; D. Flanagan 「JavaScript プログラミング」 オーム社, 1997年.